第32卷 第4期　　昆 虫 学 报　　Vol. 32. No. 4
1989年11月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Nov., 1989

硬蜱哈氏器嗅觉功能的研究*

常崇艳** 姜在阶 张之同
(北京师范大学生物系，北京)

摘要　研究了五种硬蜱的哈氏器在不同虫期(若虫和成虫)和不同营养状态(饱或饿)对不同浓度的弱酸、弱碱以及对低温刺激的电生理反应。此外，比较了四种硬蜱成虫对五种驱避剂的行为反应。结果表明，硬蜱哈氏器能够感受氨和醋酸蒸气的刺激，反应的相对强度在一定范围内随蒸气浓度而变化。哈氏器还能感受温度的变化。从行为反应见到驱避剂对不同种类硬蜱的驱避强度不同，每种蜱对不同药物的敏感性也不同。截肢试验证明哈氏器是驱避剂的感受器。

关键词　哈氏器　嗅觉功能　中华革蜱　森林革蜱　亚洲璃眼蜱　长角血蜱　日本血蜱

哈氏器是硬蜱重要的化学感受器，蜱类借此可感受多种化学物质的刺激。在蜱类的交配、集群、寻找宿主时，哈氏器都起着重要作用。70年代以来，随着电生理技术运用于蜱类，哈氏器功能的研究更加深入。有一些作者曾研究了哈氏器对化学物质刺激（Haggart 等，1979 1980；蓝明扬等，1985)和冷刺激（Walladde 等，1981)的电生理反应。

我们进一步研究了几种硬蜱哈氏器对不同浓度的弱酸、弱碱蒸气及低温刺激的电生理反应，比较了同硬蜱在不同虫期、不同营养状态(饱或饿)的反应情况。此外还比较了硬蜱对五种驱避剂的行为反应。本文报道研究结果。

材料和方法

用中华革蜱（*Dermacentor sinicus*)、森林革蜱（*D. silvarum*)、亚洲璃眼蜱（*Hyalomma asiaticum asiaticum*)、长角血蜱（*Haemaphysalis longicornis*）的若虫及成虫，日本血蜱（*H. japonica*）的若虫为材料，进行了电生理研究。行为反应试验是以前四种硬蜱的成虫为材料。

电生理试验方法：用双面胶纸将虫体固定在刺激室内；同时将参考电极钨丝插在蜱体上，将记录电极插在哈氏器内，电极直径为 4—6μm。两个电极分别同 LMS-2A 型二道生理记录仪相连，在接触的地方滴上生理盐水。

加样时，先在 $1 \times 2cm^2$ 滤纸上滴上定量刺激药品，将其放入 2ml 注射器内，使其在 1ml 的空间内完全挥发。试验时，将注射器插入气流系统的侧孔中，推压注射器，使含有刺激物气味的空气通入，并以单纯的空气做对照，每个种类平行试验 3—5 次。

相对反应强度的确定：在同一个体和相同试验条件下，以最大给药量刺激后得到的电位值为 100，其余给药量刺激后得到的电位值与之相比，则得到相对强度。

本文于 1987 年 3 月收到。
* 中国科学院科学基金资助课题。
** 现在北京师范大学分析测试中心工作。

冷刺激时，将冰块放到虫体上方，使虫体所处环境温度降低5—6℃，此时所记录的电位变化为给反应，当反应趋于平稳后，再将冰块拿开，这时的电位变化为撤反应。

试验室温度为23—25℃。

驱避试验方法：按孟阳春等(1966,1981)的方法，用白纱布浸吸驱避剂（药品见表1）制成驱避带，宽度为2—3cm。将驱避带固定在一块玻璃板（20—30cm）的四周。将蜱放入中央，使其自然爬行，观察爬近驱避带是否回转，每蜱观察三次，三次回转者进行截肢，即截去跗节1，将截过肢的蜱继续进行试验（方法同前），当蜱爬过驱避带时，用镊子取回，继续观察，重复越过三次者，作为对驱避剂无反应。

结果与讨论

一、哈氏器对醋酸蒸气刺激的反应

五种硬蜱对醋酸蒸气刺激反应的结果见图1。从图中可以看出这五种硬蜱的若虫和成虫对醋酸蒸气刺激的反应有共同的特点，即对醋酸蒸气刺激很敏感，给刺激后马上产生反应，潜伏期很短(图1：A)，并且在一定范围内，随着蒸气浓度的增加，哈氏器感受器电位也逐渐升高。

在相同给药量刺激时，中华革蜱和亚洲璃眼蜱的电生理反应情况相类似（图1：B、E)。经过 t 检验后表明，在 $1.65—4.95\times10^{-2}$mmol/ml 范围内的醋酸蒸气刺激时，中华革蜱的雌虫和雄虫的反应相对强度差异显著（$3.22<t<9.70$)，雌虫的相对强度高于雄虫，而若虫与雌虫和雄虫的相对强度无显著差异。在 1.65×10^{-2}mmol/ml 范围内的醋酸蒸气刺激时，亚洲璃眼蜱的雌虫和雄虫的反应相对强度差异显著（$3.26<t<6.00$)，雌虫的相对强度高于雄虫，同样是若虫与雌虫和雄虫的相对强度无显著差别。在多于或少于上述范围的醋酸蒸气刺激时，这两种硬蜱成虫和若虫的电反应相对强度无显著差别。森林革蜱和长角血蜱不同于上述两种硬蜱，醋酸蒸气刺激时，雌虫、雄虫和若虫的电反应相对强度无显著差别(图1：C、D)。日本血蜱的饱若虫和饿若虫对醋酸蒸气刺激的电反应相对强度无明显差异(图1：F)。

二、哈氏器对氨刺激的反应

五种硬蜱对氨刺激反应的结果见图2。从图中可以看出这五种硬蜱对氨非常敏感，浓度为 0.85×10^{-4}mmol/ml 氨的蒸气就能引起哈氏器的电反应，给刺激后，马上产生反应，潜伏期很短(图2：A)。五种硬蜱的共同特点为在一定范围内随着氨浓度量的增加，哈氏器电反应强度逐渐升高。t 检验表明，在相同给药量刺激时，中华革蜱、森林革蜱、长角血蜱和亚洲璃眼蜱的雌虫、雄虫和若虫的电反应相对强度的变化无显著差异(图2：B、C、D、E)，日本血蜱的饱若虫和饿若虫的电反应相对强度无显著差异(图2：F)。

蓝明扬等(1985)做了中华硬蜱 *Ixodes sinensis* 和缺角血蜱 *Haemaphysalis inermis* 成虫对醋酸蒸气和氨刺激的电生理反应，当给醋酸蒸气和氨刺激时，都产生了明显的应激电位，但由于给刺激时所用药物定量不同，也没有做不同虫期和不同浓度药物刺激的试验，所以不好比较。

三、哈氏器对冷刺激的反应

结果见图3。由图中看出当给冷刺激时，哈氏器产生明显的应激反应，反应为双向，

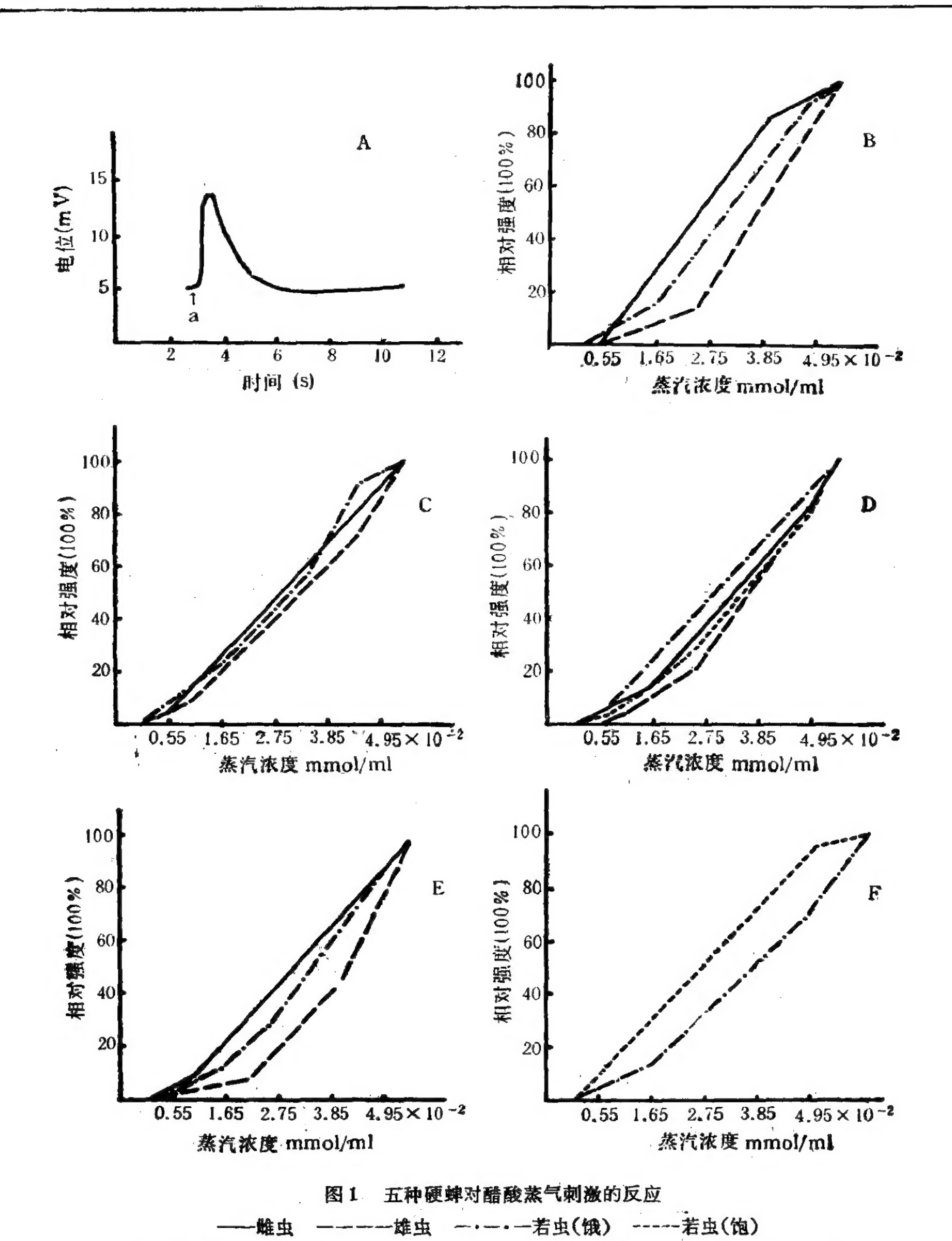


图1　五种硬蜱对醋酸蒸气刺激的反应

——雌虫　———雄虫　—·—·—若虫(饿)　-----若虫(饱)

A. 中华革蜱雌虫对 1.65×10^{-2}mmol/ml 醋酸蒸气刺激的反应（a. 表示刺激标记，下同） B. 中华革蜱　C. 森林革蜱　D. 长角血蜱　E. 亚洲璃眼蜱　F. 日本血蜱

先正后负，负反应比正反应大，经过约21秒钟，基本恢复原来状态，然后撤掉冷刺激，此时产生撤反应，撤反应也是双向，与给反应相反，先负后正，正反应高于负反应，经过 15 秒后基本恢复原来状态。明显地看出蜱温度感受器的三个电生理特性，即具有给-撤效应、双相电变化和适应性。

哈氏器电生理研究结果是对哈氏器是蜱类的化学感受器的有力证明。我们记录的哈

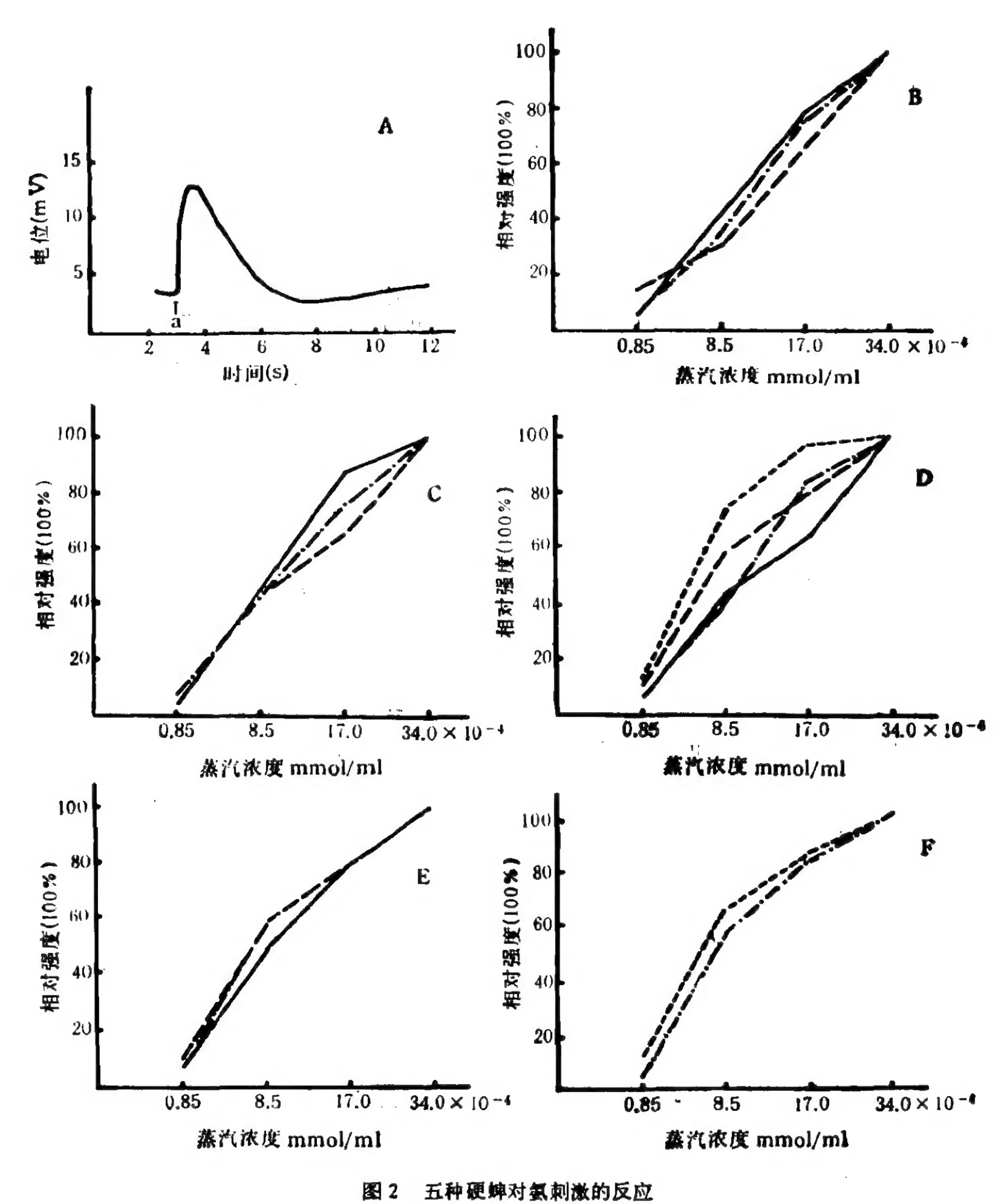


图 2 五种硬蜱对氨刺激的反应

——雌虫 ————雄虫 —·—·—若虫(饿) ------若虫(饱)

A. 中华革蜱雄虫对 0.85×10^{-4}mmol/ml 氨刺激的反应 B. 中华革蜱 C. 森林革蜱 D. 长角血蜱 E. 亚洲璃眼蜱 F. 日本血蜱

氏器对化学刺激和冷刺激的电反应是感受器电位，即感受器内所有感受细胞产生电反应的总和。

四、哈氏器对驱避剂的行为反应

结果见表 1。噻硫磷、对蓋烷二醇(驱蚊灵)和双(对氯苯基)-三氯乙醇(二氯杀螨醇)乳剂对这四种硬蜱有较好的驱避效果，驱避强度(有驱避作用次数与试验次数之比)几乎

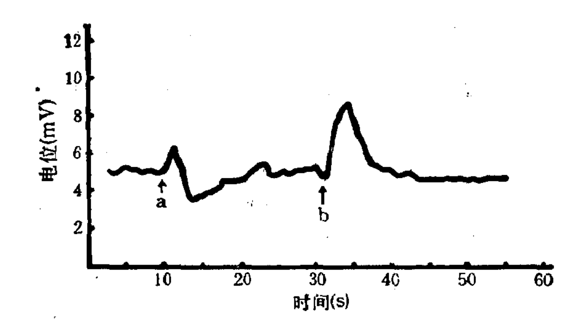


图 3 中华革蜱雄虫对冷刺激的反应（a. 给刺激 b. 撤掉刺激）

表 1 四种硬蜱对驱避剂的行为反应

药品	种类	试验蜱数(头)	截肢前			截肢后		
			观察次数	有驱避作用次数	驱避强度(%)	观察次数	有驱避作用次数	越过驱避带次数
25%喹硫磷	长角血蜱	30	90	90	100	90	0	90
	森林革蜱	30	90	89	98.9	90	0	90
	中华革蜱	30	90	89	98.9	90	0	90
	亚洲璃眼蜱	30	90	89	98.9	90	0	90
驱蚊灵(对蓋烷二醇)	长角血蜱	30	90	100	100	90	0	90
	森林革蜱	30	90	90	100	90	0	90
	中华革蜱	30	90	90	100	90	0	90
	亚洲璃眼蜱	30	90	89	98.9	90	0	90
避蚊胺(二乙基甲苯甲酰胺)	长角血蜱	30	90	90	100	90	0	90
	森林革蜱	30	90	90	100	90	0	90
	中华革蜱	30	90	90	100	90	0	90
	亚洲璃眼蜱	30	90	78	86.7	90	0	90
邻苯二甲酸二甲酯	长角血蜱	30	90	90	100	90	0	90
	森林革蜱	30	90	63	70.0	90	0	90
	中华革蜱	30	90	67	74.4	90	0	90
	亚洲璃眼蜱	30	90	57	63.3	90	0	90
三氯杀螨醇(双(对氯苯基)-三氯乙醇)	长角血蜱	30	90	90	100	90	0	90
	森林革蜱	30	90	90	100	90	1	89
	中华革蜱	30	90	90	100	90	2	88
	亚洲璃眼蜱	30	90	90	100	90	3	87

都是 100%。

对蓋烷二醇对亚洲璃眼蜱的驱避效果较差，驱避强度只有 86.7%。邻苯二甲酸二甲酯只对长角血蜱有较好的驱避效果，另外三种较差，对森林革蜱、中华革蜱和亚洲璃眼蜱驱避强度分别为 70%、74.4% 和 63.3%。

截肢试验表明，截去跗节 I 后，蜱对驱避剂基本上无反应。截肢前，除有极少数蜱接触驱避带回转外，一般爬近驱避带 1—5cm 处回转，说明哈氏器是嗅觉感受器。五种驱避剂对不同种蜱驱避强度不同，而每种蜱对不同驱避剂的敏感性不同。

参 考 文 献

孟阳春、蓝明扬、李佩霞 1966 避蚊剂对革螨的驱避试验。苏州医学院 革螨研究 P.54—6。

孟阳春、蓝明扬、周志园、李佩霞 1981 革螨足I跗节的化感器——截肢前后的驱避试验和扫描电镜观察。昆虫学报 24(1): 117—9。

蓝明扬、孟阳春、唐贤汉、戴小杰 1985 两种硬蜱哈氏器的嗅觉功能。昆虫学报 28(2): 231—2。

Haggart, D. A. & E. E. Davis 1979 Electrophysiological responses of two types of ammonia-sensitive receptors on the first tarsi of ticks. *Recent Adv. Acarol.* 1: 421—5.

Haggart, D. A. & E. E. Davis 1980 Ammonia-sensitive neurones on the first tarsi of the tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *J. Insect Physiol.* 26: 517—23.

Waladde, S. M., E. D. Kokwaro & M. Chimtawi 1981 A cold receptor on the tick, *Rhipicephalus appendiculatus*: electrophysiological and ultrastructural observations. *Insect. Sci. Applications* 1: 191—6.

STUDIES ON OLFACTORY FUNCTION OF HALLER'S ORGANS OF SOME HARD TICKS

CHANG CHONG-YAN JIANG ZAI-JIE ZHANG ZHI-TONG

(Department of Biology, Beijing Normal University, Beijing)

The responses to different concentrations of acetic acid and ammonia vapours as well as to low temperature of Haller's organs of five species of hard ticks in different developmental stages and nutritional level were investigated with electrophysiological technique. The nymphs and adults of *Dermacentor sinicus, D. silvarum, Hyalomma asiaticum asiaticum, Haemaphysalis longicornis* and *H. japonica* were used. The results showed that the Haller's organs of these ticks could respond to acetic acid and ammonia vapiours and the amplitudes of the responses differed with the concentrations of the vapours. The Haller's organs could also respond to the lowering of temperature. The behavioural responses of the adults of the former four species to five repellents were tested with intact individuals and those with tarsus lamputated and the results indicated that the Haller's organs were responsible for the detection of the repellents but their sensitivities were different to different repellents.

Key words Haller's organs——olfaction function——*Dermacentor sinicus*——*D. silvarum*——*Hyalomma asiaticum asiaticum*——*Haemaphysalis longicornis*——*H. japonica*